

드론 위치 추정을 위한 초광대역 기반 측위 알고리즘 연구

신동호*, 홍성호*, 김상호*, 이재열*, 서갑호*, 서진호**, 김상훈***

*한국로봇융합연구원 HRI연구센터

국립부경대학교, *국립한경대학교

jylee0914@kiro.re.kr

A Study on the Ultra-wideband-based Positioning Algorithm for Drone Position Calculation

Dongho Shin*, Sungho Hong*, Sangho Kim*, Jaeyoul Lee*, Kapho Seo*, Jinho Seo**, Sanghoon Kim***

*Korea Institute Of Robotics & Technology Convergence Dept. Human-Robot Interaction Center

요 약

근래의 드론 산업은 다양한 분야에서 사용이 확대되고 있으나 규제 등 여러 가지 사회적 진입장벽으로 시장 진입에 애로사항이 도출되고 있다. 본 논문에서는 드론 산업의 여러 제약 중 배터리의 제한적인 용량으로 장시간 비행이 어려운 문제를 개선하고자 승강식 드론스테이션을 개발하였다. 승강식 드론스테이션은 드론의 비행 중 배터리가 방전될 시 충전 및 정비를 할 수 있고, 드론 간의 통신 중계기 역할을 수행한다. 본 논문에서는 스테이션에 드론이 접근 시 슬라이딩 도어를 개폐하기 위하여 초광대역 통신을 이용한 거리 측정과 위치 인식 시스템에 대한 내용을 기술하였다.

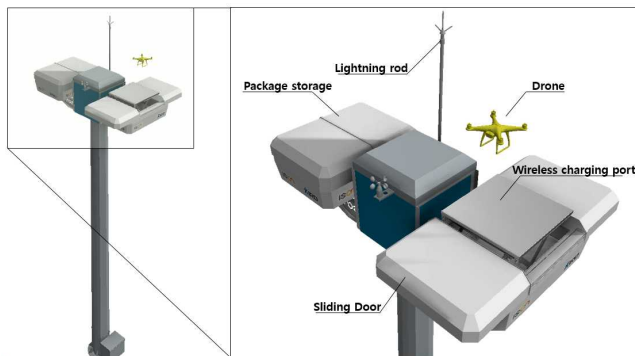
1. 서론

근래의 드론 산업은 범죄 취약 구역, 재해 및 재난구역, 보안 구역, 도심지 관리 구역 등 일반적으로 영상감지 분야에서 사용이 확대되고 있으며, 그 사용 영역 또한 확장되고 있다. 국내외에서 다각적인 사업적 시도와 개발이 이루어지고 있다.

드론을 통한, 감시, 정찰 등에 대한 활용 분야는 매우 다양하나 규제와 여러 가지 사회적 진입장벽으로 시장 기반 진입에 애로사항이 도출되고 있다.

폭발적인 성장에도 기술적인 제약 중 배터리의 제한적인 용량, 장시간 비행이 어려운 문제로 인해 드론스테이션 개발을 통한 한계를 극복하는 연구개발이 국내외적으로 수행되고 있다. 본 논문에서 제안하는 드론스테이션은 (그림 1)에 나타내었으며 드론이 격납되는 장치를 승·하강 폴에 구성하여 통상적인 지상형 드론스테이션이 아닌 지상에서 일정 높이에 드론을 격납하여 충전하며 드론의 유지보수를 위한 승강식 드론스테이션이다.

드론의 충전 시스템을 구축하기 위한 드론스테이션 개발목표 중 하나인 슬라이딩 도어 개폐를 위해 드론과 스테이션의 거리 측정이 필요로 하며 거리 측정을 통해 드론이 일정 범위 내에 접근 시 슬라이딩 도어를 개폐하여야 한다. 따라서 거리 측정을 위해 무선 통신 방식 중 하나인 초광대역(UWB, Ultra Wide Band) 기술을 이용한 위치 인식 방법에 대해 연구하고자 한다.



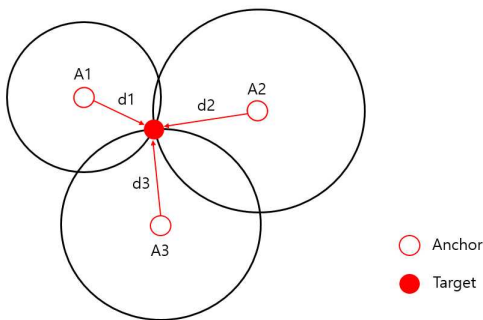
(그림 1) Elevating Drone Station.

2. UWB 통신을 이용한 위치 인식 시스템

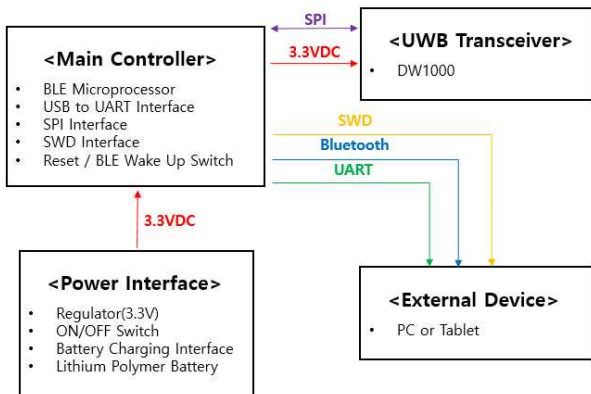
본 논문에서 초고속 근거리 통신망 중 하나인 UWB 기술을 이용하여 위치 인식이 이루어지며,

UWB는 미국방부가 군사용 목적으로 처음 개발한 기술로써 주파수 대역폭을 사용하는 통신 시스템을 말한다. 시간 영역에서 통신 속도가 빠르기 때문에 다른 통신 스펙트럼에 비해 매우 넓은 주파수 대역에 걸쳐 낮은 전력으로 대용량의 정보를 전송할 수 있다.

UWB 통신 기술을 기반으로 ToA(Time of Arrival) 방식을 이용한 측위 알고리즘을 사용한다. (그림 2)와 같이 무선 통신에서 알고자 하는 좌표(Target)의 신호를 고정되어있는 3개 이상의 측정장치(Anchor)에 보내 도착하는 시간을 삼각측량법을 이용하여 거리(d)를 계산하는 방법이다[1].



(그림 2) TOA System.

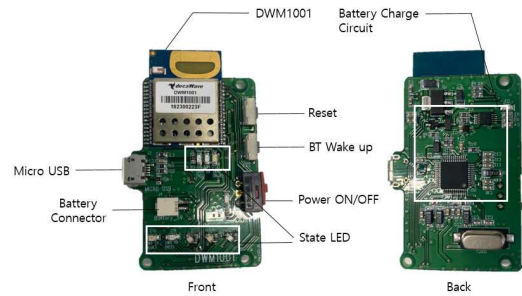


(그림 3) Location Recognition System Configuration

위치 인식을 위해 제작된 제어기는 (그림 3)과 같이 구성하였으며, UWB Transceiver를 이용하여 Anchor와 Target 간의 UWB 통신이 이루어지며, SPI 통신을 통해 주 제어기에 신호 도착시간을 보내어 거리값을 계산하여 좌표값을 얻는다. 블루투스를 통해 외부 디바이스인 PC 또는 Tablet과 통신이 가능하며 UART를 통해 PC에 Anchor와 Target의 좌표값 전송이 가능하다.

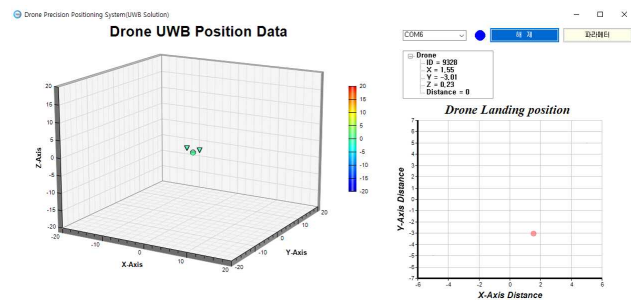
(그림 4)와 같이 위치 인식 제어기를 제작하였고,

충·방전 시스템을 적용하여 외부 및 배터리를 통해 전원을 공급한다.



(그림 4) Location Recognition System Controller

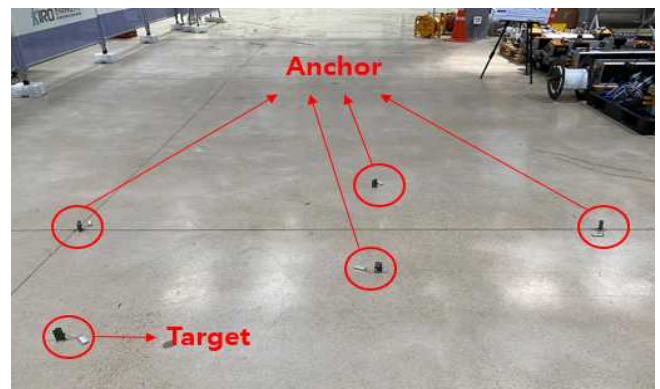
위치 인식 제어기를 통해 측정된 위치값을 확인하기 위하여 (그림 5)와 같이 UI(User Interface)를 개발하였다. 개발된 UI는 제어기로부터 수신되는 위치값을 통해 Target의 위치를 3차원 공간으로 확인할 수 있다.



(그림 5) User Interface

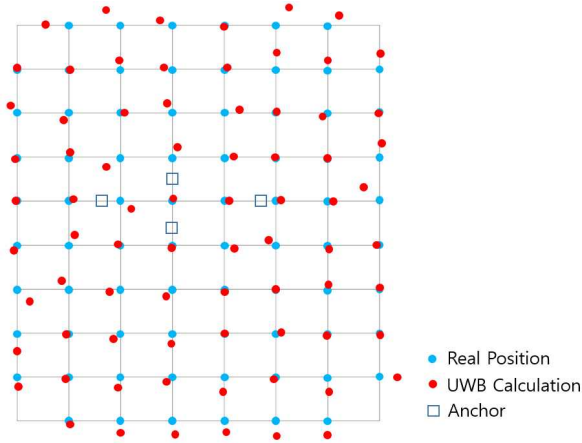
4. 성능시험

고정객체의 정밀도 시험을 목적으로 (그림 6)과 같이 7m×9m 평면에서 4개의 고정된 Anchor를 설치하였고 x, y축에 1m 간격으로 Target을 고정하여 가시선 거리가 보장되는 환경에서 시험하였다.



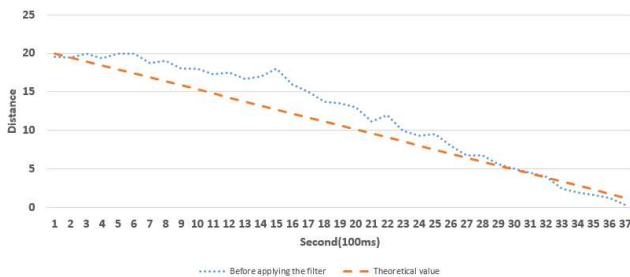
(그림 6) Fixed object test background

측위 알고리즘을 통해 계산 되어진 추정 위치를 (그림 7)에 나타내었고 실제 좌표인 Real Position과 계산된 좌표인 UWB Calculation의 좌표를 비교해본 결과 x축 0.20m, y축 0.3m의 최대오차를 보여줬다.



(그림 7) Fixed object calculation

본 논문에서 위치 인식 시스템은 승강식 드론스테이션 슬라이딩 도어를 개폐하기 위한 움직이는 객체 즉, 드론의 위치 인식이 필요하다. 이동객체의 위치 분석을 위해 Target이 20m에서 원점까지의 움직임 시간에 따른 이동 거리 그래프를 (그림 8)에 나타내었다. 그래프에 보이듯이 이론적인 값에 비해 선형적이지 못하며 위치 변화에 따른 노이즈 발생 빈도가 잦다.



(그림 8) The distance measurement

위치 인식 시스템 거리 분석을 통해 성능 개선의 필요성을 보았으며 시간의 변화에 따른 드론의 위치 변화를 반영하기 위해 식(1)와 식(2)과 같이 이동평균 필터를 사용하였고, 이동평균 필터는 모든 측정 데이터가 아닌 지정된 개수의 최근 측정값만 가지고 계산한 평균으로 전체 데이터에 대한 평균만을 측정하여 최근 데이터의 변화량을 감지할 수 없는 단순 평균보다 계산속도가 빨라진다. 따라서, 이동하는 객

체의 측정값의 오차를 줄일 수 있다[2].

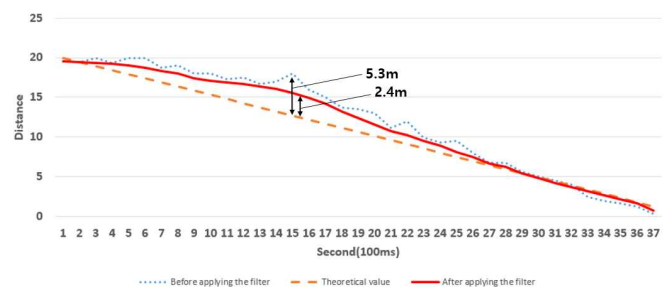
$$\bar{x}_i = \frac{x_{i-n+1} + x_{i-n+2} + \dots + x_i}{2a} \quad (1)$$

$$\bar{x}_{i-1} = \frac{x_{i-n} + x_{i-n+1} + \dots + x_{i-1}}{2a} \quad (2)$$



(그림 9) Moving object test background

(그림 10)는 이동평균 필터를 적용하여 측정된 Target의 위치 값을 표시하였다. 이동객체의 위치 측정을 위하여 (그림 9)와 같은 구성으로 Anchor를 설치하였고 Target은 드론에 부착하여 원점에서 20m에 대한 위치를 측정하였다. 이동객체를 통해 측정된 위치값은 주변의 환경에 의한 통신 방해 및 노이즈 등으로 인해 최대 x=5.3m의 오차를 확인하였으며, 이동평균 필터를 적용하여 x=2.4m로 감소된 것을 확인하였다.



(그림 10) The distance measurement with the moving average filter(the proposed filter)

5. 결론

본 논문에서는 위치 인식 시스템 성능 개선을 위한 신호 처리를 제안하였다. 위치 인식 시스템 제어기의 승강식 드론스테이션에 적용을 위해 제어기를 제작하였으며, User Interface를 개발하여 사용자가

직관적으로 Target의 위치를 확인할 수 있게 하였다. 성능시험을 통해 이동평균 필터를 적용한 이동객체에 대한 위치 오차가 감소된 것을 확인하였고, 이를 통한 슬라이딩 도어의 개폐를 위한 안정성을 확보하였다.

향후 센서 융합 기술 및 신호 처리 필터의 적용을 통해 다중 이동객체에 대한 위치 인식 기술에 대한 연구를 수행할 예정이다.

후기

이 논문은 중소벤처기업부의 지역산업육성사업에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다.(S2912582)

참고문헌

- [1] Lee hyung su “UWB technology definition and characteristics”, the proceedings of the korean institute of Electromagnetic Engineering and science v13 no.3.
- [2] Yun su kyung “A study on positioning algorithm based on ultra-wideband communication for high-precision position monitoring”, Ulsan University.
- [3] Time Domain, “UWB Application, Demonstration & Regulator Update”, Cept 2001 workshop, March 20, 2001.
- [4] H. Wymeersch, “A Machine Learning Approach to Ranging Error Mitigation for UWB Localization,” IEEE Transactions on communications, vol.60, no. 6, p. 1719-1728, 2012.
- [5] D. B. Jourdan, D. Dardari, and M. Z. Win, “Position error bound for UWB localization in dense cluttered environments”, in Proc. IEEE Int. Conf. Commun. (ICC), Vol. 8, Istanbul, Turkey, June 2006, pp. 3705-3710.
- [6] Nekoojar, Faranak. Ultra-Wideband Communications. Prentice Hall, 2006. Print.
- [7] S. Gezici and Z. Sahinoglu, “UWB geolocation techniques for IEEE 802.15.4a personal area networks,” MERL Technical report, Cambridge, MA, Aug. 2004.
- [8] W. Srgel and W. Wiesbeck, “Influence of the Antennas on the Ultra-Wideband Transmission,” EURASIP Journal on Advances in Signal Processing, vol. 2005, no. 3, pp. 296-305, Mar. 2005.